خط زمان کیهانی

Rosa M. Ros, Beatriz García, Ricardo Moreno, Pilar Orozco, Juan A. Prieto and Ivo Jockins

International Astronomical Union, Polytechnical University of Catalonia, Spain, ITeDA and National Technological University, Argentina, Colegio Retamar, Spain and Diverciencia, Spain, Dolna Mitropolia Municipality, Bulgaria.

اهداف

- تصویرسازی تاریخچه کیهان با خط زمان
- درک اهمیت فرایندهای ضروری برای شکل گیری حیات
- درک سازگاری حیات در شرایط بسیار متنوع

فعالیت 1: خط زمان

جهان هستی، با پدیده ای به نام انفجار بزرگ، در 13.8 میلیارد سال قبل آغاز شد.

(13.8 x 10^9 سال قبل).

1 m = 10^9 سال

1 m m= 1 میلیون سال

خط زمان 13.8متری

فعالیت 1: خط زمان

t=0 sec (ابتدای جهان هستی، بیگ بنگ سال 13.8×10^9

10^{-45} sec پایان دوران پلانک (N.B.نسبیت انیشتین)

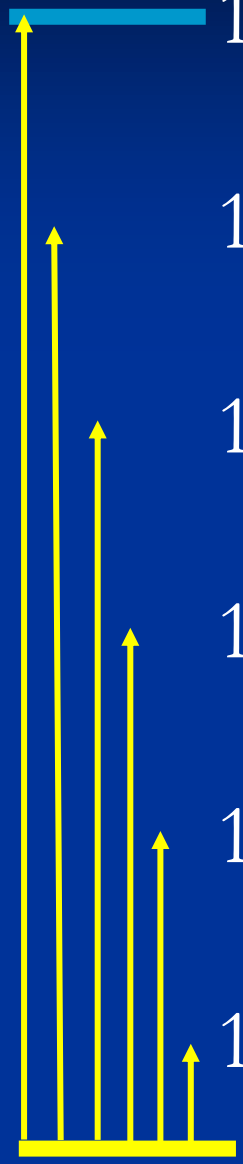
10^{-35} sec تورم (انبساط نمایی کیهان)

10^{-6} sec سوپ اولیه (ذرات اولیه متنوع)

3 min. سنتز اولیه هسته هیدروژن

(این بازه ی زمانی را نمی توان در خط زمان نشان داد. $1\ mm = 10^6$ سال)

فعالیت 1: خط زمان



انفجار بزرگ سال 13.8×10^9

100mm

نخستین عناصر اولیه سال 13.7×10^9

100mm

نخستین مولکول های آب، سال 13.6×10^9

50mm

نخستین ستارگان، سال 13.55×10^9

420mm

نخستین کهکشان ها سال 13.13×10^9

130mm

ساختار اولیه کهکشان راه شیری، سال 13.0×10^9

Present Time

فعالیت 1: خط زمان

ساختار اولیه کهکشان ره شیری سال 13.0×10^9

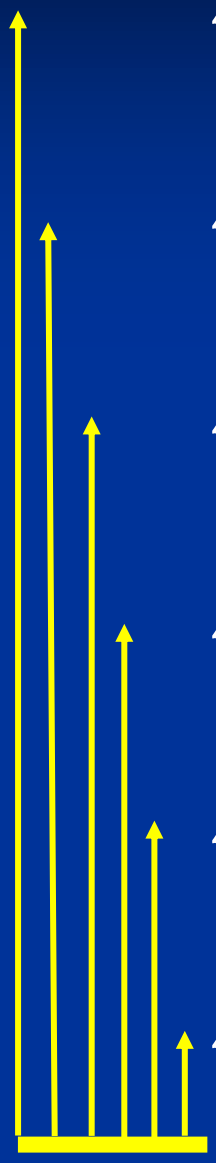
در طول 8.4 میلیارد سال اول (8.4 متر) مجموعه ای از پدیده های همزمان رخ داد.
با انفجارهای ستارگان اولیه تکامل یافته، انواع مختلفی از اتم ها و عناصر متنوع جدول تناوبی پدیدار شدند. اجرام متفاوتی نیز همزمان به وجود آمدند.

8400mm

- غول های آبی و ابرغول های ستاره ای: 10-100 میلیون سال عمر می کنند (10-100 میلی متر). آنها به صورت ابرنواختر منفجر می شوند و اتم های سنگینی مانند آهن، سرب، طلا، اورانیوم و غیره را به بیرون پرتاب می کنند.
- ستاره های زرد مانند خورشید: 10000 میلیون سال عمر می کنند (10000 میلی متر). آنها در نهایت به سحابی های سیاره ای تبدیل می شوند و اتم هایی نیمه سنگین مانند کربن، اکسیژن، نیتروژن و غیره را بیرون می کنند.
- ستارگان کوتوله قرمز: عمر طولانی‌تر از سن کیهان دارند.

- شکل گیری خورشید : سال 4.6×10^9

فعالیت 1: خط زمان



شکل گیری خورشید و نخستین الکل ها: 4.60×10^9 سال

30mm

پیدایش منظومه شمسی 4.57×10^9 سال

4mm

سیارات بزرگ 4.566×10^9 سال

6mm

سیارات سنگی و زمین 4.56×10^9 سال

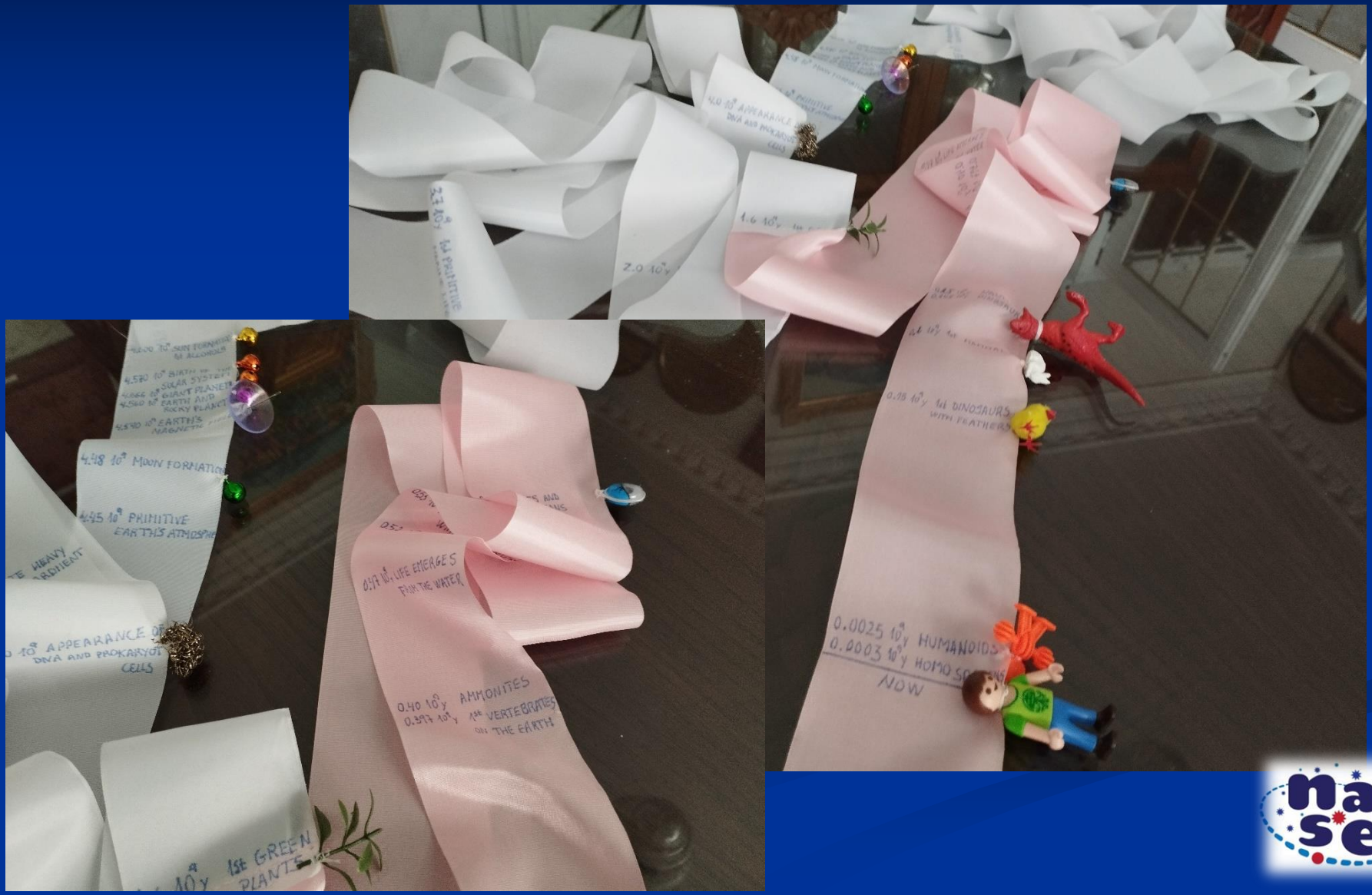
20mm

میدان مغناطیسی زمین 4.54×10^9 سال

60mm

شکل گیری ماه 4.48×10^9 سال

فعالیت 1: خط زمان



فعالیت 1: خط زمان

شکل گیری ماه 4.48×10^9 سال

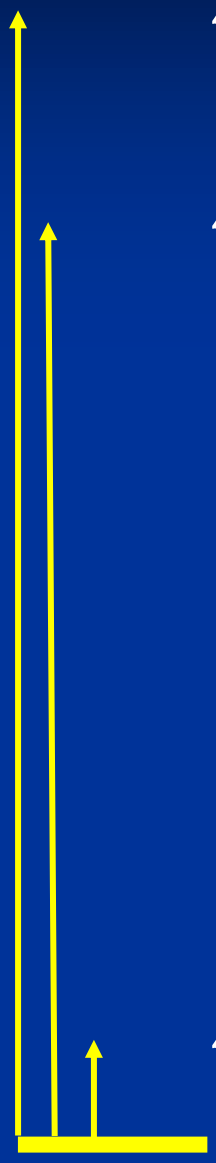
30mm

اتمسفر اولیه زمین 4.45×10^9 سال

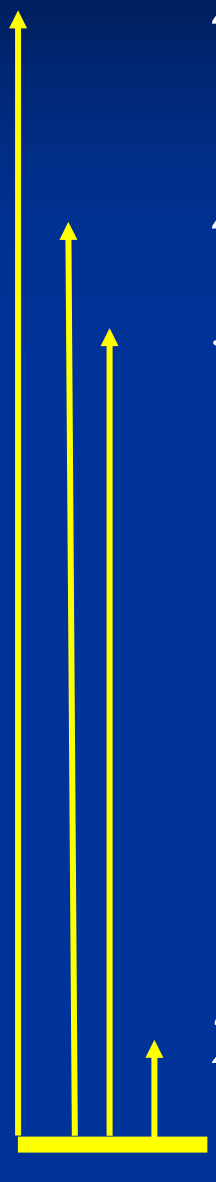
45mm

بمباران سنگین شهابسنگی آخر 4.10×10^9 سال

Now



فعالیت 1: خط زمان



بمباران شهابسنگی آخر سال 4.1×10^9

100mm

سلول های پروکاریوتی و DNA سال 4.0×10^9

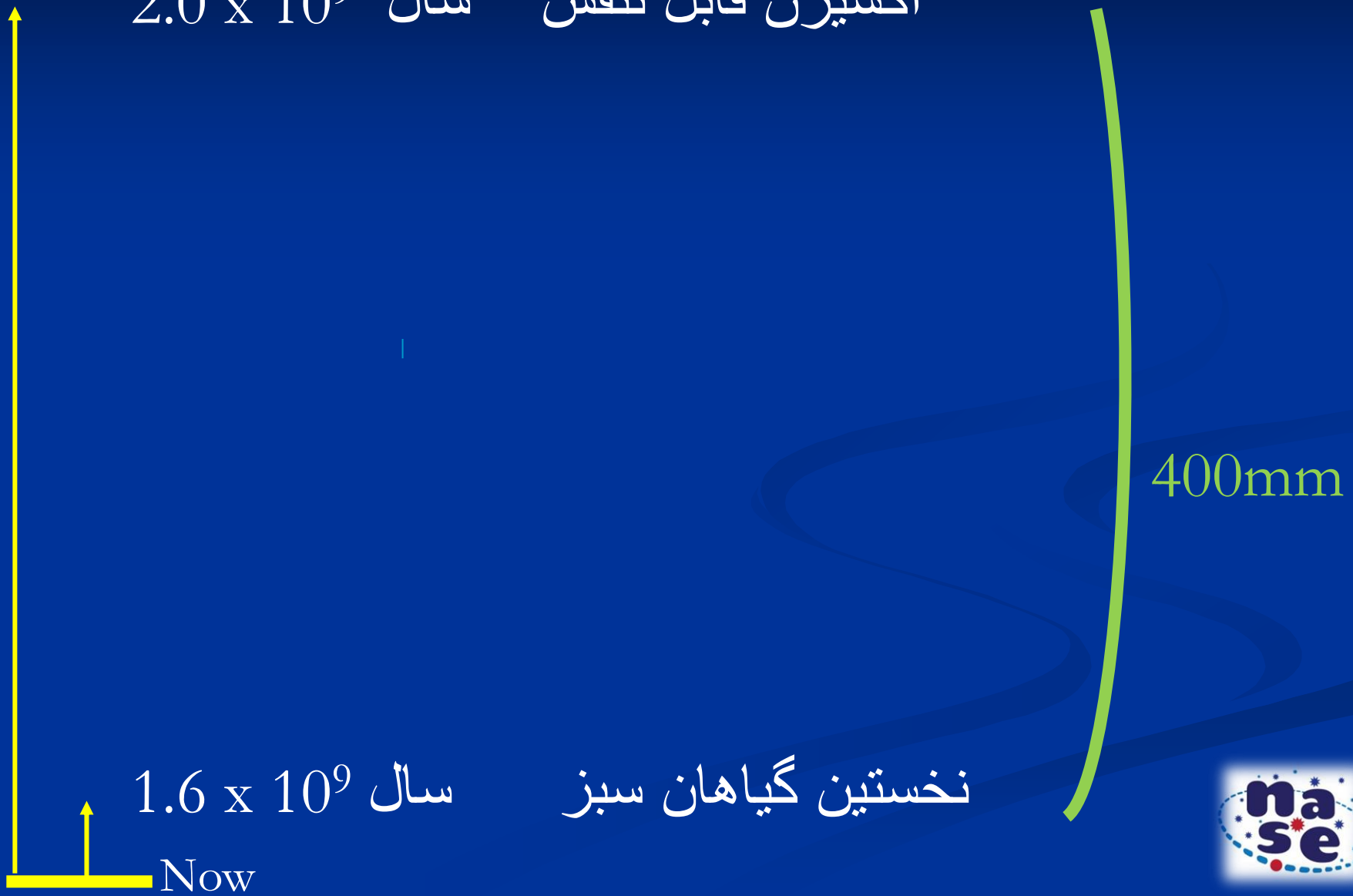
نخستین حیات اولیه دریایی سال 3.7×10^9

30mm

1700mm

O_2 قابل تنفس سال 2.0×10^9

فعالیت 1: خط زمان



فعالیت 1: خط زمان

فعالیت 1: خط زمان

نخستین بافت ها و اندام ها سال 0.70×10^9

150mm

موجودات دریایی سال 0.55×10^9

با پوسته یا اسکلت

30mm

تریلوبیت سال 0.52×10^9

50mm

نخستین حیات از آب بیرون می آید سال 0.47×10^9

70mm

آمونیت سال 0.40×10^9

3mm

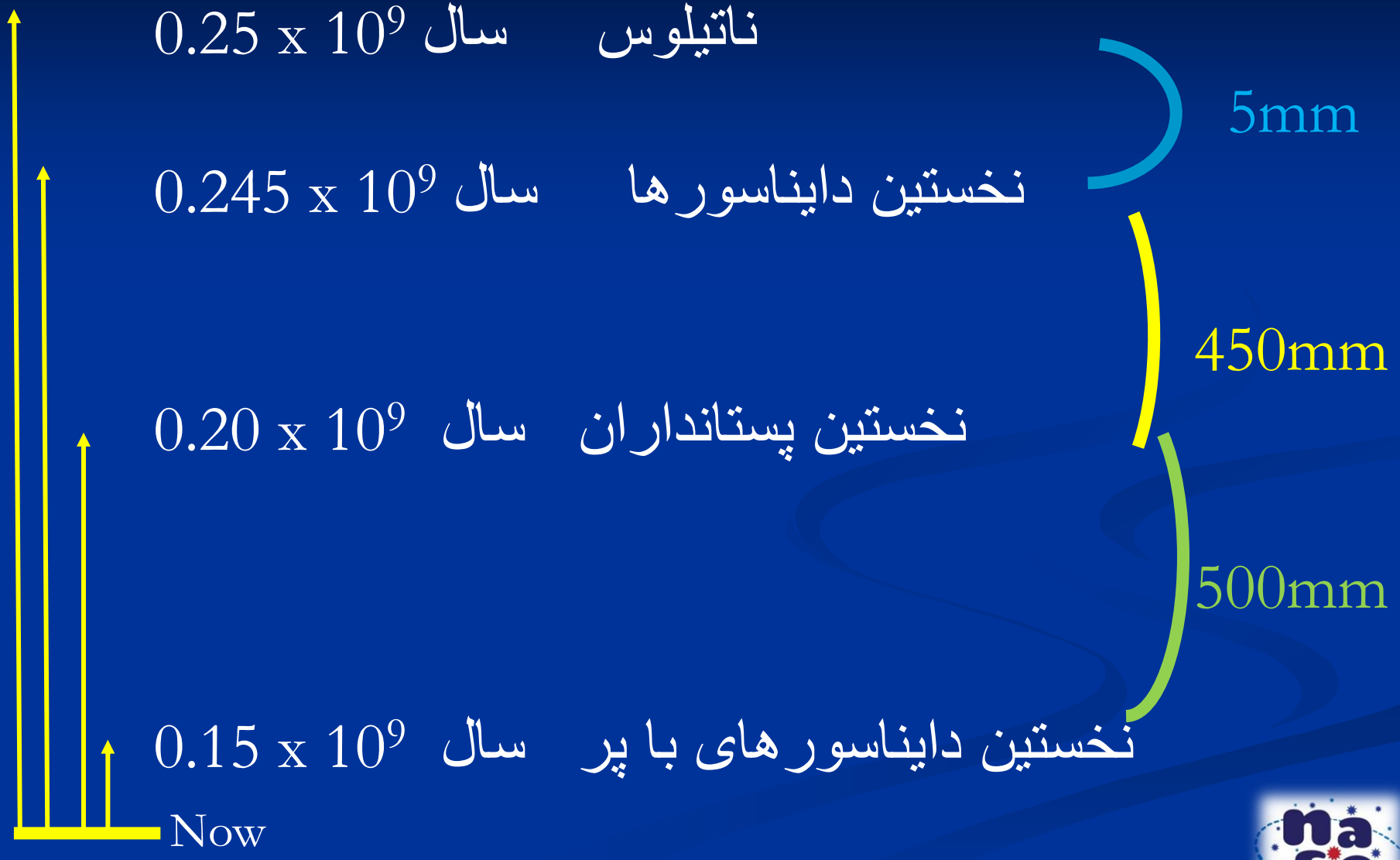
نخستین مهره داران روی زمین سال 0.397×10^9

ناتیلوس سال 0.25×10^9

147mm

Now

فعالیت 1: خط زمان



فعالیت 1: خط زمان

فعالیت 1: خط زمان

کهکشان خوارها

کهکشان ها گروهی از ستارگان هستند که توسط گرانش در کنار هم قرار گرفته و به دور یکدیگر می چرخند. گروهی از کهکشان ها با یکدیگر، رشته های کیهانی را تشکیل می دهند.

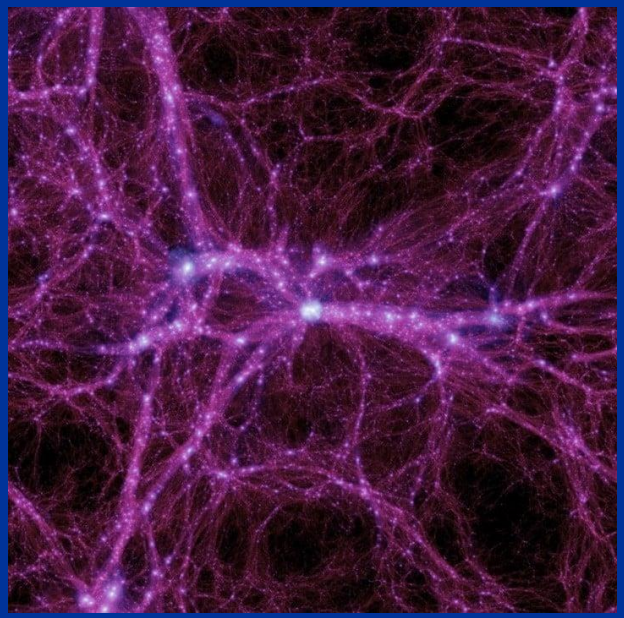
خوشه های کهکشانی در محل اتصال رشته های کیهانی تشکیل می شوند. در این خوشه ها کهکشان های جوان برای به دست آوردن گاز آزاد رقابت می کنند، اما کهکشان های قدیمی برنده هستند. بازوهای کهکشان ها، برخورد آنهای با یکدیگر و کهکشان خواری کهکشان های بزرگ نسبت به کهکشان های کوچک، شکل گیری ستاره ها را افزایش می دهد.

(Credit ESO)

فعالیت 2: مدل رشته ای

ساختار رشته ای کیهان را می توان با یک حمام حباب شبیه سازی کرد، که ماده در بالای حباب ها و به ویژه در تقاطع آنها جمع شده است.

برای شبیه سازی از آب، صابون و نی استفاده کنید.



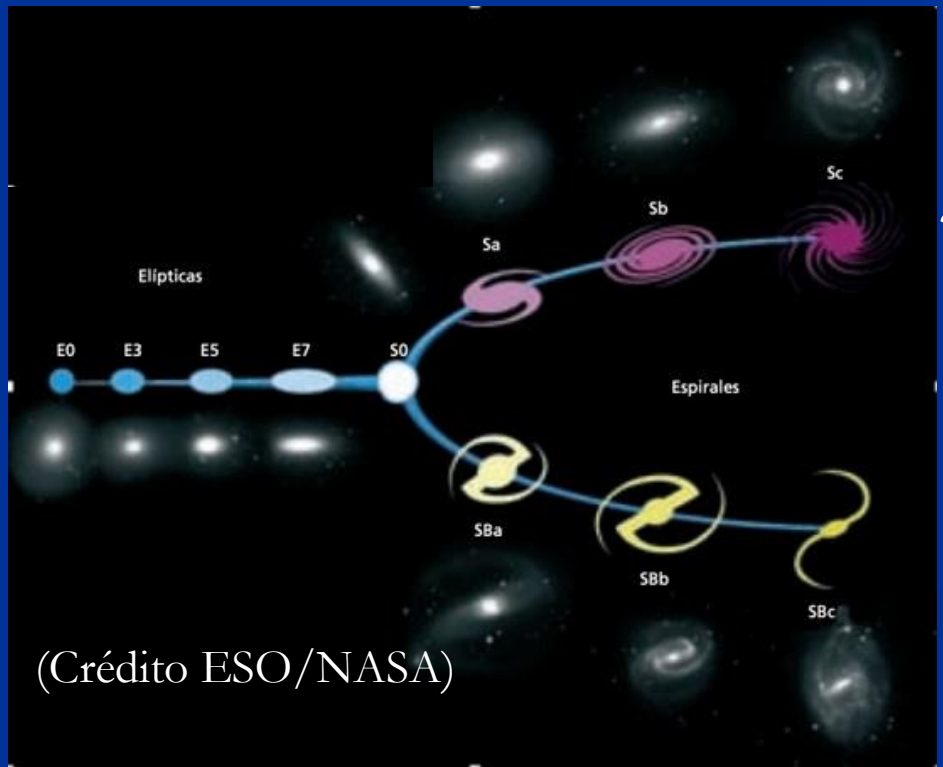
مدل سازی ساختار رشته ای جهان هستی

(Credit: Illustris Project)

مدل سازی ساختار رشته ای با محلول شوینده

دسته بندی کهکشان ها

کهکشان ها را براساس شکل ظاهری(مورفولوژی) می توان به انواع :مارپیچ، میله ای، بیضی، نامنظم دسته بندی کرد. این نوع از طبقه بندی توسط ادوین هابل مطرح شد.



امروزه مشخص شده است که این دسته بندی، یک توالی تکاملی نیست.

فعالیت 3: شبیه سازی شکل گیری کهکشان مارپیچی

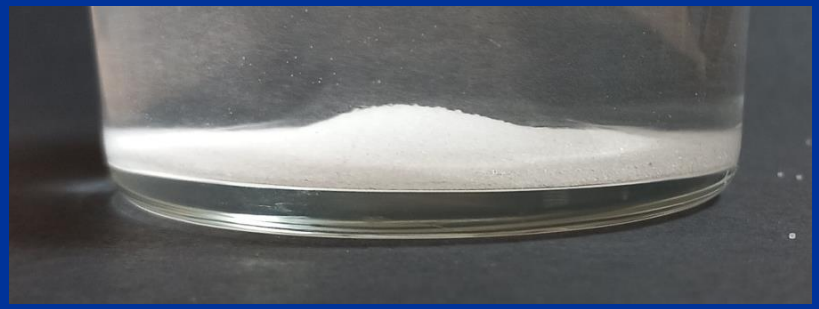
با یک لیوان پر از آب و هم زدن آن با مداد می توان پیدایش کهکشان مارپیچی را شبیه سازی کرد. برای این منظور لیوان را پر از آب کرده و شروع به همزدن کنید، پس از متوقف کردن همزدن، یک قاشق غذاخوری بی کربنات، ماسه ریز یا نمک معمولی در آن بریزید. به هنگام ته نشین شدن، دانه ها شکل هایی مانند کهکشان های مارپیچی ایجاد می کنند.

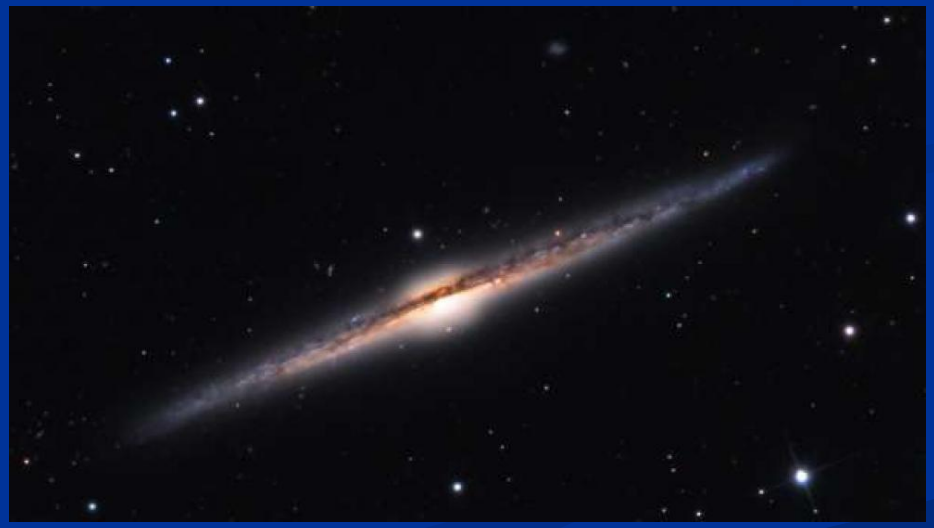
کهکشان مارپیچی از بالای صفحه

. (Credit ESA/Hubble)

فعالیت 3: شبیه سازی شکل گیری کهکشان مارپیچی

با نگاهی به مدل از لبه، برآمدگی مرکز کهکشان به خوبی شبیه سازی شده است.

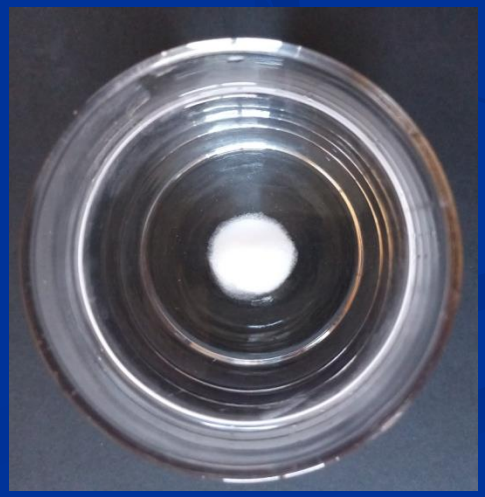




نما از لبه کهکشان مارپیچی
(Credit ESO/NASA)

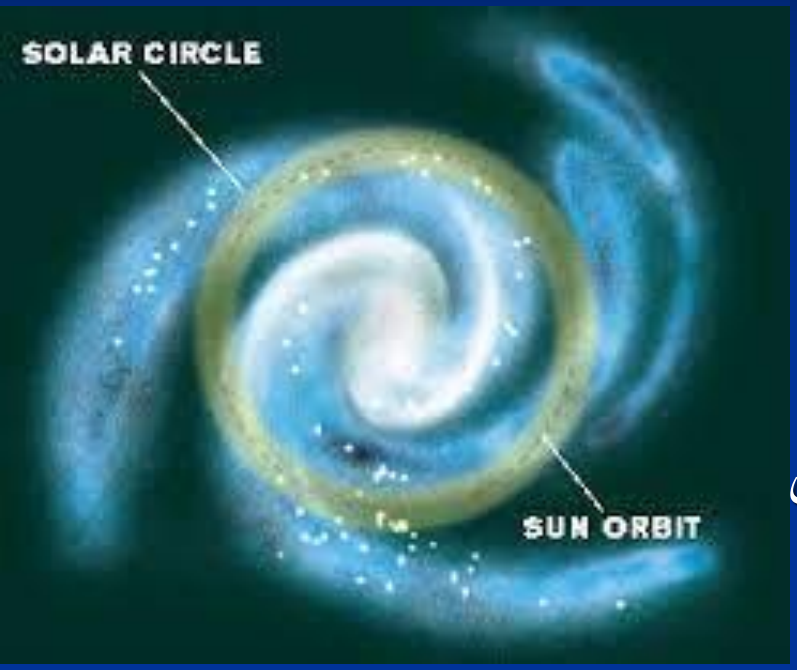
فعالیت 3: شبیه سازی شکل گیری کهکشان مارپیچی

پس از تشکیل کهکشان، در صورت که آب حذف شود، می توان شکلی شبیه کهکشان های بیضوی به دست آورد.



محدوده ی حیات در کهکشان ها

- منطقه قابل سکونت در کهکشان ها معمولاً در شعاع بین 23000 تا 30000 سال نوری در از مرکز آن قرار دارد. (خورشید در 27000 سال نوری است).



- در خارج از این ناحیه، به سمت لبه، اتم‌های سنگین‌تر از H و Heکه برای حیات ضروری هستند، وجود ندارند.

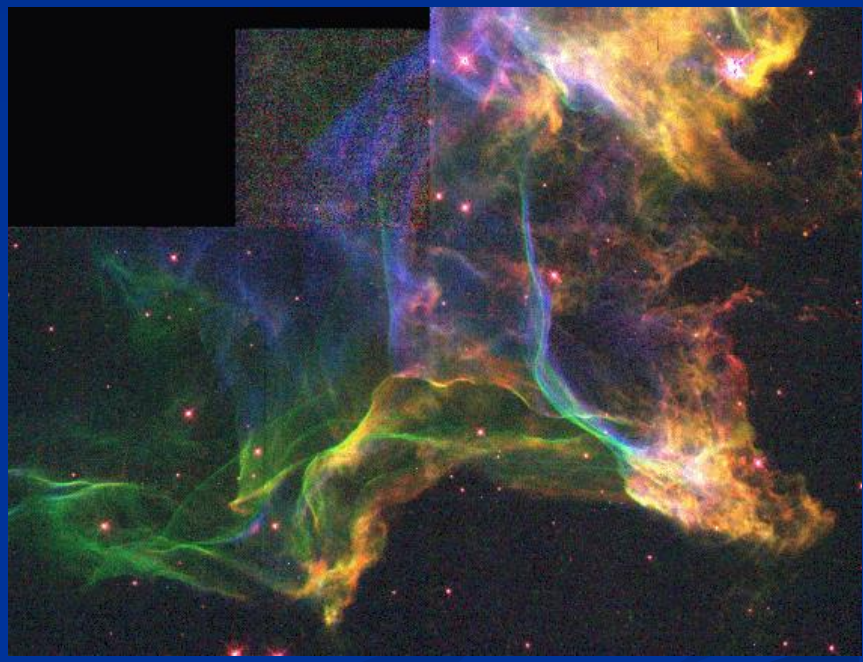
- خارج از این منطقه، نزدیک‌تر به مرکز، فوران‌های عظیم پرتو گامای با رویدادهای بسیار پرانرژی و خشونت‌آمیز وجود دارد که زندگی را غیرممکن می سازد.

به عنوان مثال، برای مقایسه زمان و مسافت در مدل خط زمانی، کهکشان ما 220×10^6سال (220 میلی متر) طول می کشد تا یک دور بچرخد.

.

پلاسما و میدان مغناطیسی

- در محیط بین کهکشانی، محیط بین ستاره ای و در خود ستارگان، ماده معمولاً در حالت پلاسما قرار دارد.
- این پلاسما از الکترون، پروتون، ذرات پرانرژی و گاز یونیزه تشکیل شده است.



سحابی پرده
(Credit NASA)

پلاسما و میدان مغناطیسی

در زمین ماده در این حالت(پلاسما)، به صورت رعد و برق، داخل لوله های فلورسنت یا لامپ های کم مصرف، نمایشگر ها و صفحه های تلویزیون، توپ های پلاسما و شعله شمع وجود دارد.

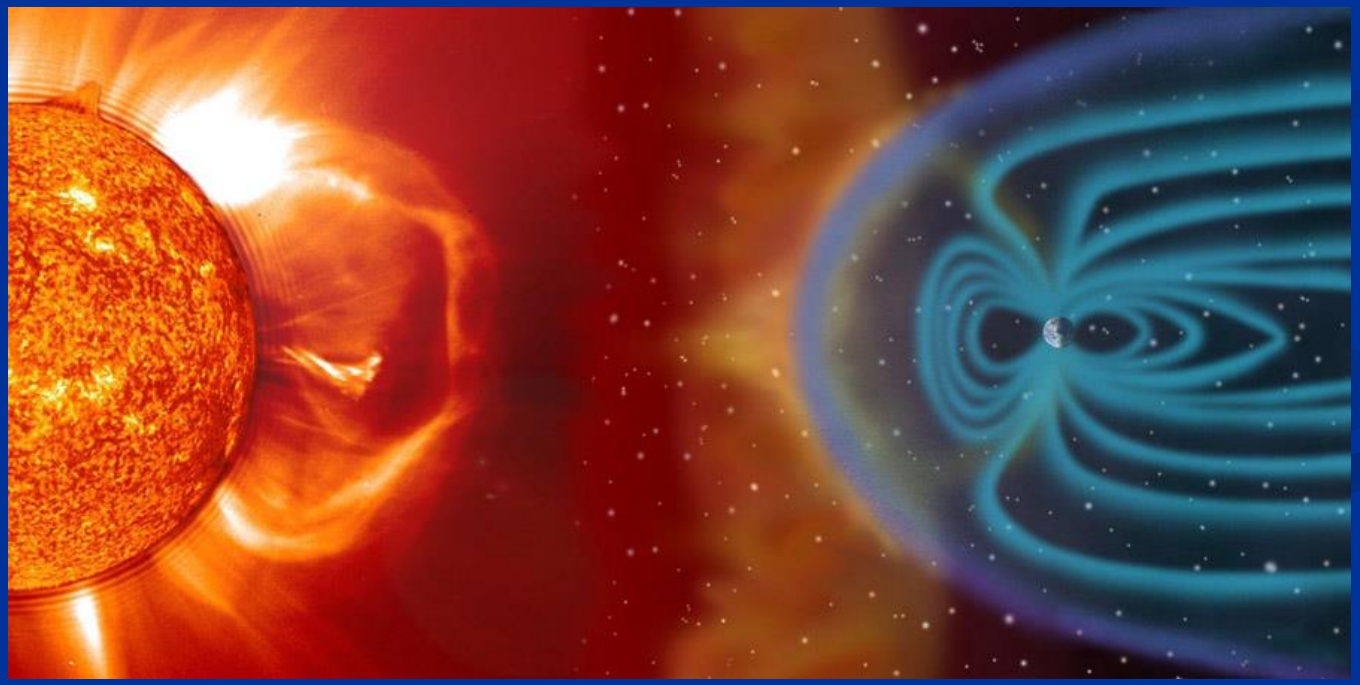
پلاسما و میدان مغناطیسی

باد خورشیدی که جریانی از ذرات باردار آزاد شده از تاج خورشید است، نیز یک پلاسما است. جریان این ذرات آزاد شده، متغیر بوده و می تواند طوفان های ژئومغناطیسی ایجاد کند که باعث ایجاد شفق های قطبی (شفق شمالی و جنوبی) و تغییر شکل پلاسما در دم یونی دنباله دارها شود.

C/2002 E3
(Credit Rykis Babianskas and Carlos Viscasillas)

پلاسما و میدان مغناطیسی

میدان مغناطیسی زمین به عنوان یک سپر محافظ برای حیات در این سیاره عمل می کند. ذرات باد خورشیدی که با سرعت زیاد و با انرژی زیاد حرکت می‌کنند، قدرت نفوذ بالایی دارند و به DNAسلول‌ها آسیب می‌رسانند.



باد خورشیدی، برداشت هنرمندانه. (Credit NASA)

پلاسما و میدان مغناطیسی

میدان مغناطیسی زمین به مانند یک چتر، ذرات باردار را که برای حیات خطرناک هستند منحرف کرده و مانع رسیدن آن ها به سطح زمین می شود.
برخورد این ذرات با اتمسفر باعث ایجاد شفق های زیبای قطبی با رنگ های مختلف می شود.

(Crédito Sakari Ekko)

پلاسما و میدان مغناطیسی

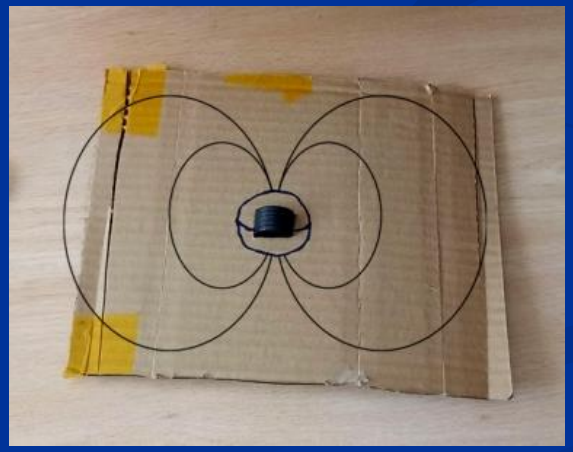
رنگ شفق ها متاثر از نوع وانرژی مولکول های موجود در هوا است. برای مثال:

اکسیژن در سطوح انرژی بسیار بالا، نور سبز/زرد و در سطوح پایین، قرمز/بنفش ساطع می کند.
نیتروژن، اگر از بیرونی‌ترین لایه‌اش الکترون از دست دهد، نور مایل به آبی تولید می‌کند، در حالی که در لبه‌های پایینی شفق‌ها، رنگ قرمز/بنفش می‌دهد.

(Credit Sakari Ekko)

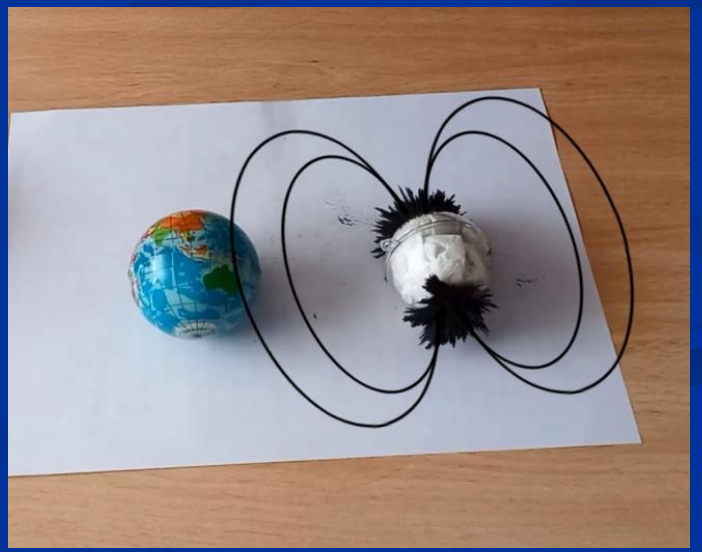
فعالیت 4: میدان مغناطیسی زمین

میدان مغناطیسی زمین را می توان به کمک یک آهنربا که نماینگر زمین است، یک قطب نما و سیم هایی که نشان دهنده ی خطوط میدان نیرو هستند، شبیه سازی کرد.



فعالیت 4: میدان مغناطیسی زمین

آهنربا را در یک دستمال کاغذی پیچیده و درون یک توپ پلاستیکی، که نشان دهنده ی زمین است، قرار داده شود. با استفاده از براده‌های آهن در نزدیکی قطب‌ها، خطوط میدان مغناطیسی در آن ناحیه، جایی که شفق‌ها رخ می‌دهند، به خوبی به تصویر کشیده می‌شوند.



چگونه حیات در زمین به وجود آمد؟

پذیرفته‌شده‌ترین فرضیه ها، بیان می‌کنند که حیات روی زمین از مواد معدنی در 106×4500 سال پیش به وجود آمده است.
اما گروهی دیگر از دانشمندان بر منشا فرازمینی، حیات باور دارند. آن ها معتقدند که حیات توسط دنباله دارها، سیارک ها و یا شهابسنگ ها به زمین آورده شده است.

میکروب ها می توانند در میان سنگ ها، که آن ها را در برابر شرایط سخت فضای بیرون محافظت می کند، زنده بمانند.

هیچ کس تصور نمی کند که اولین موجود زنده بسیار پیچیده بوده باشد. احتمالا می بایست اشکال ساده تری از زندگی وجود داشته که به عنوان ارتباط بین اولین موجود زنده و زندگی امروزی عمل کرده باشد. از سویی این امکان وجود دارد که میکروارگانیسم‌های افراطی از طریق سیارک‌ها یا شهاب‌سنگ‌هایی که به سطح زمین برخورد کرده‌اند، به زمین رسیده باشند.
مواد آلی یافت شده در برخی شهابسنگ ها، پشتیان این فرض هستند.
اگرچه پیدا کردن شهاب‌سنگ‌ها آسان نیست، اما به سادگی می توان میکروشهاب‌سنگ‌ها را شکار کرد.

ما همچنین مناطقی از زمین را خواهیم دید که در آن اکسترو‌موفیل ها یافت می شوند و توسط ناسا و ESAمورد مطالعه قرار می گیرند.

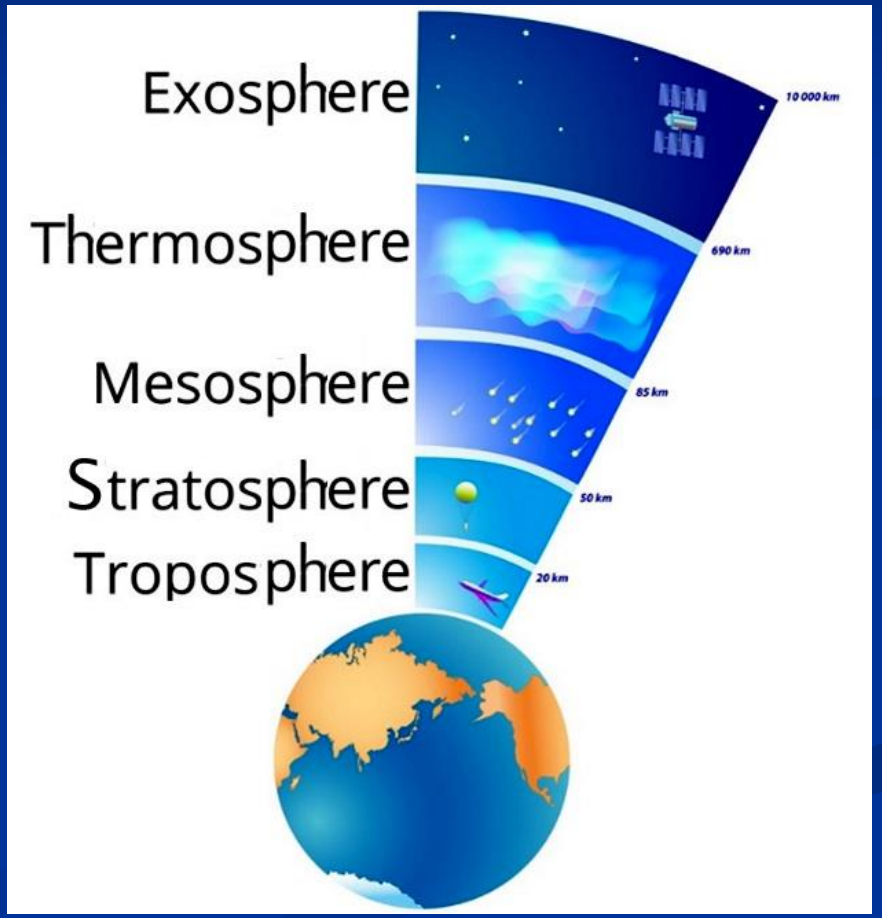
ریز شهابسنگ ها

زمین به هنگام عبور از مدار دنباله دارها، از میان غبار به جا مانده از آن ها عبور می کند. ریزش این غبارها بر سطح زمین، ریزشهابسنگ ها را به وجود می آورد. روزانه هزاران ذره از این دست بر سطح زمین سقوط می کند که معمولاً (به دلیل اصطکاک با جو) قبل از رسیدن به زمین می‌سوزند و شهاب ها را ایجاد می کنند.
آنهایی که به سطح زمین می رسند را می توان جمع آوری کرد. این ریزشهابسنگ ها، همه جا هستند. یافتن آنها در مکان های دور از دسترس و یا مکان هایی با فعالیت انسانی کم،آسان تر است. ظاهر گرد و شیارهای موجود بر روس آن ها، به خوبی منشأ آنها را فاش می سازد.

ریز شهابسنگ ها

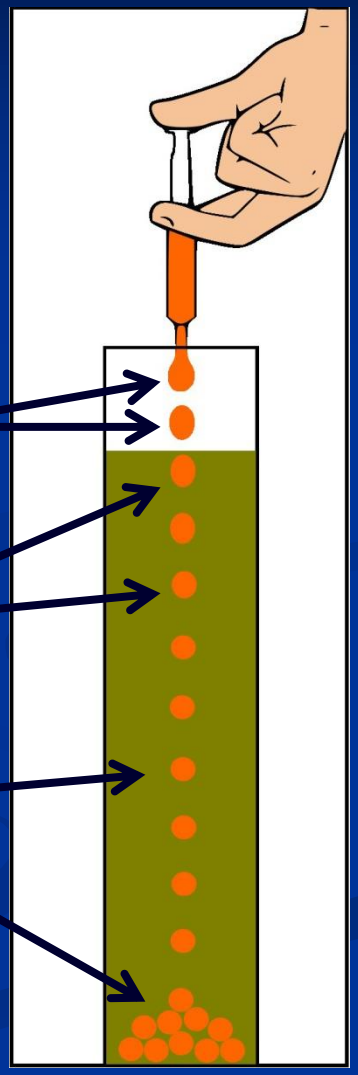
شهاب ها به راحتی از اگزوسفر و ترموسفر که تراکم کمی دارند، عبور می کنند. اما با رسیدن به مزوسفر، چگالی بیشتر شده و هوا موجب اصطکاک بیشتر و گرما می شود. در نتیجه این گرما، ماده ذوب و سپس جامد می شود.

در نتیجه این انجماد سریع شیارها و گاهی حباب های کوچک ایجاد می شود.



فعالیت 5: شبیه سازی ریزشهابسنگ های کروی

یک لیوان را از روغن آفتابگردان پرکنید، سپس یک سرنگ پر شده از آب یا کولا را به آرامی به درون لیوان تزریق کنید. کره های کوچکی تشکیل می شود که به آرامی در کف ظرف روغن می نشیند.



فعالیت 5: شبیه سازی ریزشهابسنگ های کروی

کره های کوچک، ریز شهابسنگ ها را شبیه سازی می کنند.

ریزشهابسنگ واقعی

هر روز بر روی سطح زمین حدود 5 تن مواد خارجی می ریزد.

فعالیت 6: جستجوی ریز شهابسنگ ها

ریزشهاب سنگ ها ممکن است بر روی پشت بام ها و تراس ها رسوب می کنند و یا حتی برای مدت طولانی در جو معلق مانده و سپس همراه با باران یا برف بریزند. بهترین روش برای بازیابی این مواد جستجوی آن ها در ناودان های سقف یا در آبراهه های خیابان ها یا بزرگراه ها است.

این ریزشهابسنگ ها، مستقیما از ماده ی تشکیل دهنده ی منظومه شمسی به وجود آمده اند، پس عمری در حدود 4500 میلیون سال دارند.

فعالیت 6: جستجوی ریز شهابسنگ ها

بیشتر این شهابسنگ ها سنگی هستند، اما برخی از آن ها از آهن و نیکل تشکیل شده اند، که به کمک یک آهنربا می توان آن ها را شناسایی کرد.

به کمک یک قلم مو، شن و ماسه های موجود در ناودان سقف و یا آبراهه های خیابان ها را روی یک کاغذ جمع آوری کنید، سپس آهنربا را در زیر کاغذ قرار داده و حرکت دهید تا ذراتی که حرکت می کنند را شناسایی کنید.

فعالیت 6: جستجوی ریز شهابسنگ ها

اگر به ناودان یا آبراهه خیابان برای جستجوی ریزشهابسنگ، دسترسی ندارید، می توانید یک تله برای به دام انداختن این ذرات بسازید. یک سینی را که به کمک پلاستیک پوشیده شده، به مدت یک هفته، در ارتفاعی از سطح زمین در یک محیط باز و دور از دسترس حیوانات قرار دهید. حال شما نمونه ای از مواد را دارید و به کمک آهنربا می توان فرایند شناسایی ریزشهابسنگ ها را انجام داد.

فعالیت 6: جستجوی ریز شهابسنگ ها

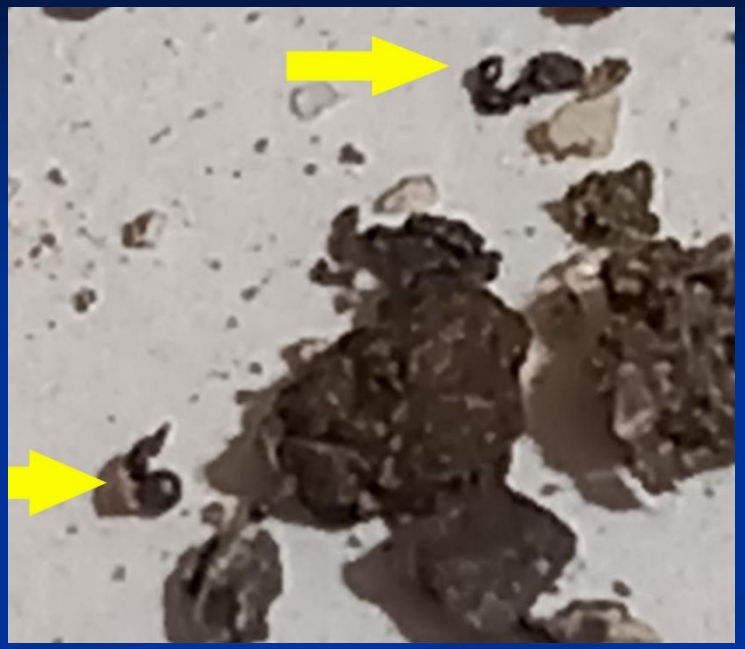
ساختن تله با کمک لیوان کاغذی، یک روش دیگر برای به دام انداختن ریزشهابسنگ ها است. برای این منظور یک لیوان کاغذی که درون آن یک اهنربای کوچک قرار دارد و بالای آن بندآویزان شده به عنوان تله عمل خواهد کرد. دانش‌آموزان با لیوان های آهنربایی در محوطه مدرسه حرکت می‌کنند. با هنگام برداشتن آهنربا، اگر ذرات آهن وجود داشته باشد، روی کاغذ سفید می‌افتد. برای یافتن دقیق ریزشهاب‌سنگ‌ها کافی است به کمک دوربین‌های تلفن همراه با دقت به روی کاغذ را نگاه کنید.

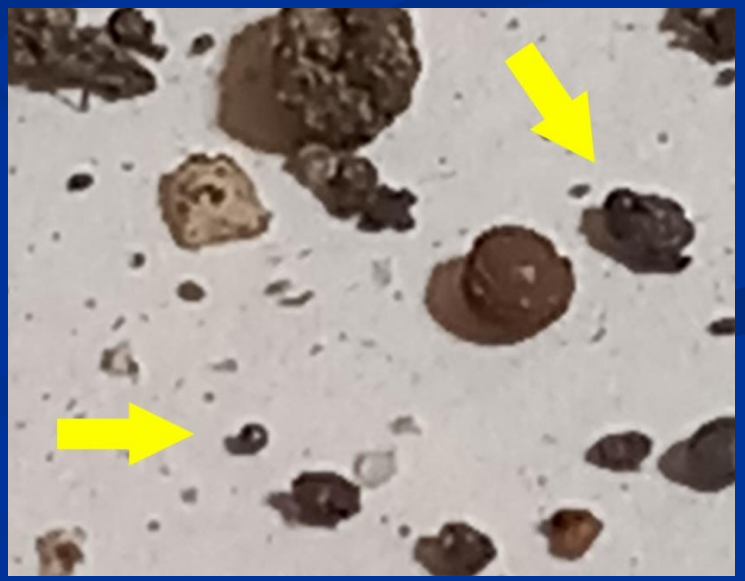
فعالیت 6: جستجوی ریز شهابسنگ ها

شناسایی میکروشهابسنگ ها:

به کمک بزرگنمایی حداکثری دوربین گوشی تلفن همراه و بدون جداسازی موادی که روی کاغذ با آهنربا حرکت می کنند، نمونه را مشاهده کنید.

ریزشهابسنگ ها دارای شکل کروی و صاف هستند.





دسته بندی اکستروموفیل ها

اکستروموفیل موجودی است(اغلب میکروارگانیسم) که درشرایطی بسیار سخت، یعنی شرایط متفاوت با انچه که سایر موجودات تجربه می کنند، زندگی می کند.

تا همین اواخر، تصور بر این بود که وجود حیات در جایی که اکستروموفیل ها رشد می کنند غیرممکن است. به عنوان مثال، در آب های رودخانه ریوتینتو در اسپانیا که بسیار اسیدی و حاوی فلزاست، یا در صحرای آتاکاما که بسیار خشک و حاوی فلزات سنگین یا در قطب جنوب که دمای آن پایین است..

اما امروزه، موجوداتی یافت شده اند، که در این محیط های سخت زندگی می کنند.

اکستروموفیل ها در قطب جنوب

چند گروه از دانشمندان در زیر سطح قطب جنوب، حیات را شناسایی کرده اند. برای نمونه:

- میکروب های اکستروفیلی که در عمق 36 متری با دمای 20- درجه سانتیگراد در آب شور زندگی می کنند (به دلیل غلظت بالای نمک منجمد نمی شوند).
- اکوسیستمی در عمق 800متری و غیاب نور

اکستروموفیل ها در بیابان اتاکاما

برخی از اکسترموفیل ها در غیاب آب و یا با مقدار کمی آب قادر به زندگی و مقاومت در برابر خشکی هستند. مانند میکروب های موجود در خاک صحرای آتاکاما.

یک پدیده بسیار دیدنی: بیابان پر گل. این بیابان خشک ترین بیابان جهان است. در سال هایی که بارندگی بیش از حد معمول است و جبهه سرد ظاهر می شود، تعداد زیاد و متنوعی از گل ها (14 رقم) پدیدار شده که چند ماه دوام می آورند.

عکس آگوست 2022، پس از چندین سال خشکسالی. سال های 2015 و 2017 آخرین بارندگی ها پیش از آن بود.

اکسترومو‌فیل ها و ریوتینتو

سایر اکسترموفیل ها در محیط هایی با اسیدیته بالا و غلظت فلزات بالا (آهن، مس، کادمیوم، آرسنیک، روی و سرب) رشد می کنند. واکنش‌های این رودخانه توسط باکتری‌های اسیدوفیل کاتالیز می‌شود، به طوری که در صورت کاهش اسیدیته، جمعیت باکتری‌ها چند برابر می‌شود. این امر موجب اکسیداسیون بیشتر سولفیدها و اسیدیته بیشتر در فرآیندی می شود که بازخورد می کند. ساکنان منطقه به دلیل تغییر رنگ رودخانه می دانند که چه زمانی باران می بارد (باکتری ها اسیدیته بیشتری برای حفظ PHدر هنگام طغیان رودخانه تولید می کنند).

اکستروموفیل ها و گیاهان - ریوتینتو

گروه های گسترده ای از درختچه های Erica Andevalensis در امتداد بستر رودخانه قرار دارد.

این گیاهان ریشه در خاک های بسیار اسیدی و با مواد مغذی اندک دارند. برخی از این گیاهان حتی در سواحل رودخانه رشد می کنند و ریشه هایشان تا حدی در آب اسیدی و خاک هایی با غلظت بالایی از مس و سرب غوطه ور است.

فعالیت 7: استخراج DNA

اخترزیست‌شناسان ناسا و ESA بر روی بستر (معادن ریوتینتو، صحرای آتاکاما و غیره) مطالعه می‌کنند تا چگونگی ایجاد، تکامل و سازگاری حیات، را درک نمایند.

نخستین مرحله بسیاری از فرایندهای منجر به کشف اکسترموفیل ها، بر پایه استخراج DNAاست.

فعالیت 7: استخراج DNA

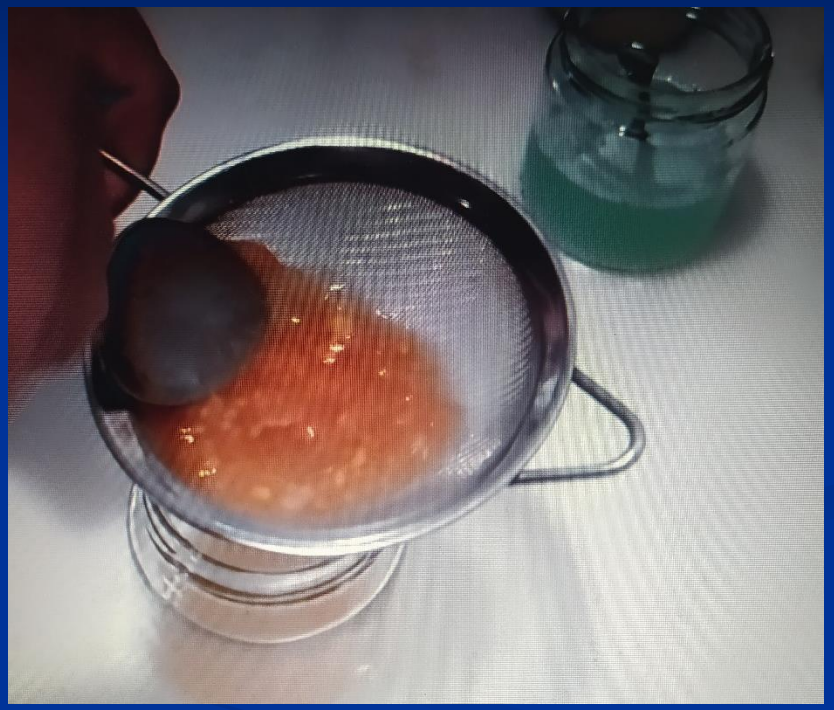
توالی DNAامکان تشخیص وجود حیات (در زمان حال یا گذشته) را می دهد و از آن برای جستجوی حیات در فضا استفاده می شود.
مولکول DNAبسیار طویل و سرشار از پروتئین (مانند یک گلوله بافتنی) در داخل سلول است.
راه حل شکستن سلول:

- نصف لیوان آب.
- 1 قاشق چایخوری نمک (کلرید سدیم) برای حذف پروتئین ها و در نتیجه آزاد شدن .DNA
- 3 قاشق چای خوری بی کربنات سدیم، برای ثابت نگه داشتن PHمحلول به طوری که DNA تجزیه نشده باقی بماند.
- افزودن مایع ظرفشویی تا رنگ محلول یکسان گشته و غشای چرب سلول ها بشکند.

ن ایجاد کف مخلوط کنید تا دید خوبی از DNA بدست آید.

فعالیت 7: استخراج DNA

آماده کردن آب سلولی "گوجه فرنگی".
2 قاشق غذاخوری تفاله گوجه فرنگی را با چنگال له کنید تا پوره شود. سپس محلول ابتکاری را افزوده شود(حجم محلول دو برابر حجم پوره گوجه فرنگی است).



با دقت مخلوط کنید تا سلول ها شکسته شود و مواظب باشید کف ایجاد نشود.
سپس محلول را از یک صافی عبور دهید تا تکه های درشت جدا شوند.
محتوای درون سلول ها هم اکنون درون این مایع است.

فعالیت 7: استخراج DNA

مشاهده پذیر کردن DNA

تعداد زیاد رشته‌های DNA، به صورت یک ابر سفید دیده می شود (نمک موجب رنگ سفید آن شده از سویی DNAبا چشم غیرمسلح قابل مشاهده نیست). به آرامی الکل به روی دیواره لیوان حاوی محلول چکانده شود، چون می خواهیم لایه الکل بدون مخلوط شدن بالای آب بماند.

در عرض 3 یا 4 دقیقه یک ابر سفید از DNA که متراکم شده است، قابل مشاهده می شود (به سمت بالا می رود). علت افزوده شدن الکل این است که DNA در الکل محلول نیست و در نتیجه ابری از DNA تشکیل می شود.

نتیجه گیری

- شناخت با فرآیند طولانی برای پیدایش زندگی.
- آشنایی با شرایط محافظت از حیات.
- آشنایی با محیط های افراطی که در آن حیات می تواند توسعه یابد .
- آشنایی با فرآیند استخراج DNA برای تأیید وجود حیات.

بسیار سپاس
از توجه شما.